

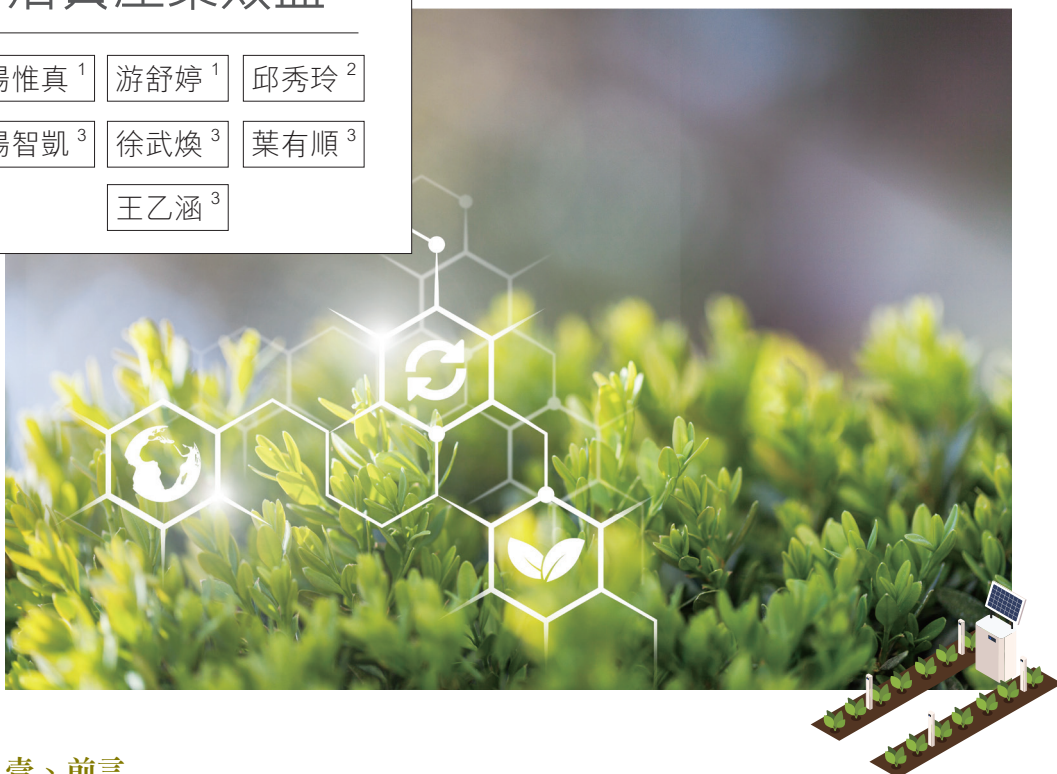
導入智慧科技，引領農業轉型

邁向智慧農業 落實產業效益

湯惟真¹ 游舒婷¹ 邱秀玲²

楊智凱³ 徐武煥³ 葉有順³

王乙涵³



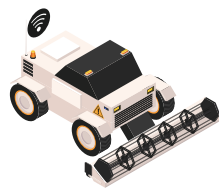
壹、前言

為落實「創新產業5+2」中「新農業」施政之「智慧科技農業」，行政院農業委員會（簡稱農委會）自106年起推動「智慧農業」科技綱要計畫，依據產業升級需求高、導入機會大、產業接受度高、具有競爭優勢、有機會整廠輸出等面向，農委會擇定設施利用型與露地栽培型兩大類之十大領航產業，包括蘭花、種苗、菇類、稻作、農業設施、外銷主力作物、海洋漁、養殖漁、家禽、家畜等優先推動智慧農業科技研發，透過「智慧生產」與「數位服務」兩大主軸，以一、智農聯盟推動智慧農業生產關鍵技術開發與應用，建置農業生產力知識與服務支援體系；二、整合資通訊技術打造多元化

註1：行政院農業委員會科技處。

註2：財團法人台灣經濟研究院。

註3：行政院農業委員會農業試驗所。



數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式；三、以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式，作為3大策略，希望透過智慧生產與智慧化管理相關科技研發，協助產業突破小農單打獨鬥之困境，提升農業整體生產效率與量能，並藉由物聯網與大數據技術，建構主動式全方位農業消費／服務平臺，滿足所有農業利害關係人需求，提高消費者對農產品安全之信賴感。此外，亦建置共通資訊平臺，作為領航產業資通訊巨量資料存放、解析與應用的大平臺。期望透過計畫推動促成智慧農業關鍵技術具有國產化之自主能力，催生農事服務新創事業；亦期許透過智慧科技的運用，打

造優質從農環境，開創農業經營新典範，使農業能夠達成節省人工、降低成本、提高生產效率，以及增加國際競爭力之目標，邁向效率、安全與低風險的未來。

貳、布局關鍵領域，推動農業轉型升級

智慧農業計畫以「智慧生產」與「數位服務」為主軸，建構智慧產銷與數位服務體系，分成設施設計、場域經營、產銷調配、消費服務等4大層面進行推動（圖1），形成感測、監測、決策及自動回饋的迴圈系統。在共通資訊平臺應用大數據分析技術支援下，

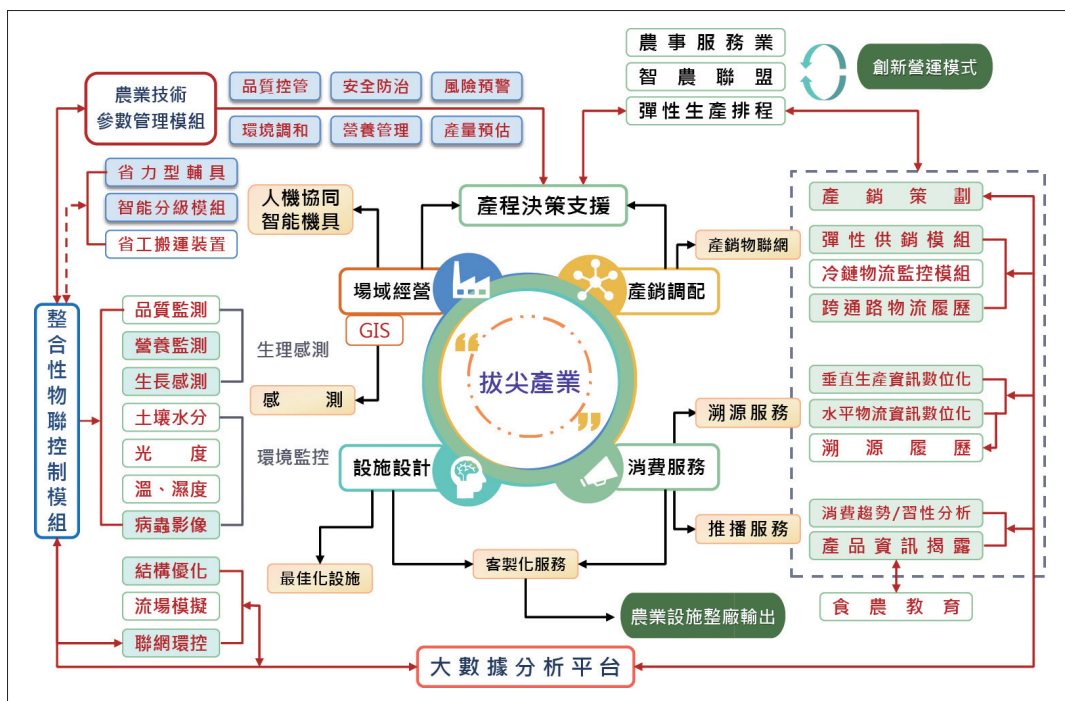


圖1. 建構跨域關鍵技術——智慧生產與數位服務產業應用架構。



從環境感測與作物生理感測累積大數據資料，透過整合性物聯控制模組，結合人機協同智慧機具如機械手臂、無人機等的雙向資訊彙集，經過農業技術參數管理模組的專家系統演算比對，進行作物品質控管、病蟲害安全防治、外部風險預警、設施環境調和、栽培營養管理及產量產期預估等決策資訊。此外，亦從產銷端串聯到消費端，建構完整產銷溯源履歷與推播服務，藉由人性化的介面將農產品訊息（生產、運銷、營養成分等）有效揭露，透過雙向互動瞭解到消費者的消費習性與趨勢分析，回饋給生產者。

智慧農業推動依產業需求、導入機會及競爭優勢等擇定十大領航產業為關鍵發展領域。各產業屬性與迫切需要解決的問題不同，發展重點亦不同。以下就農糧、漁業及畜牧領域各列舉一個領航產業別，介紹導入智慧農業之推動進展：

一、農糧領域：以菇類領航產業為例，產業面臨勞動力不足、生產效率低及設備系統缺乏整合，間接造成品質不均等問題，產業亟需轉型，打造菇類智慧供應鏈，從場域經營與設施設計面向改善生產模式。透過智慧農業計畫之推動，於生產面上，藉由液態菌種生產及接種技術，結合節能設備與智慧環控，降低生產成本與效率提升；於管理上，整合IoT感測建置菇類全環控栽培系統，串

接企業資源規劃系統（Enterprise Resource Planning, ERP），進行生產排程與訂單管理決策，做到產銷調配可彈性供銷，數據化管理助於增加產品規格與品質，後續將探勘淬鍊大數據以建構智慧型專家系統，發展精準栽培體系穩定生產。

二、漁業領域：以養殖漁領航產業為例，產業面臨水產養殖需仰賴人力與經驗，天氣變化快、風險高等問題，產業發展重點為場域經營之感測應用，以減少人力與降低經營風險。目前已推動從場域經營環境監控導入影像辨識技術，監測魚群攝餌情況，以判讀其活動力並回饋給投餌機，精準餵食減少殘餌；運用感測設備連結物聯網，監測水質與病原菌，亦開發智慧手持式病原檢測裝置，可即時檢測養殖水質，視需要提出預警，以提早因應減少損失，並發展專家系統，將生產經驗數位化傳承提供決策參考。另為開拓多元通路與外銷，連結產銷調配，刻正建立認證系統以協助水產品進行出口國際認證。

三、畜牧領域：以生乳領航產業為例，牧場同樣亦面臨需要高度仰賴人力，且生產管理多以紙本記錄，難以快速分析與判讀等問題，產業發展重點為從場域經營之智慧機具應用，目前推動以5

大日常工作動線（擠乳、餵養、整潔、健康及分娩）導入智慧型機器人替代人工為主軸。以智慧型擠乳機器為例，擠乳前可判斷乳房健康狀態與乳品質良率，管控收乳品質，增加牛隻自願擠乳次數與乳量，提高生產效率，同時縮減人工擠乳時間。未來將擴展分娩牛隻健康繁殖診療照護人機輔具之應用。

期透過智慧生產與數位服務兩大主軸之推動，整合應用資通訊技術，將農業從生產、行銷到消費市場系統化，使知識數位化、生產自動化、產品優質化、操作便利化及溯源雲端化，協助產業升級轉型，建構智農產銷及數位服務體系，並可衍生發展如農業知識服務業、智慧農機具等的智慧農業產業鏈之形成，創造農業新脈絡。

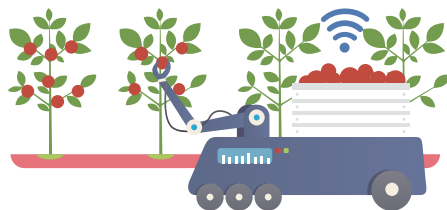
參、落實產業效益，展現農業社經價值

隨著第一期智慧農業綱要計畫將於111年度屆期，其智慧生產與數位服務的科技成果對於整體農業的社會經濟有何助益，儼然已為備受關注的課題。前3~4年之推動策略聚焦於智慧生產之相關研發，如省工、節能之自動化與智慧化機械設備或技術等之研發及應用。然綜覽其十大領航產業技術成熟度（Technology Readiness Levels, TRL）⁴

之產業化階段性效益達成情形，多數領航產業所開發之技術項目已達TRL 4以上，亦即已走出實驗室至實際場域進行測試，並已為後續商品化與商業化推廣奠定根基。

為能更進一步掌握智慧農業綱要計畫推動至今之整體執行效益與價值，本節聚焦於計畫農、漁、畜領航產業106~109年在產業經濟與政策社會構面之產出成效觀測，其中，產業經濟構面的重點包含研發技術移轉、示範場域建置服務、促成投資、創新產業或模式建立等，政策社會構面則涵蓋降低生產成本、增加農民就業、提升能資源效率、節約能資源量等有關提升社會福祉及永續發展要項。

一、從農糧領域所涵蓋的蘭花、種苗、菇類、稻作、農業設施及外銷主力作物等領航產業的社經效益觀察，為解決因氣候變遷與農村人口外移而面臨從農勞動力缺乏、生產或採種成本高、農機具與設備標準化困難、農產品品質控管不易、銷售通路不穩定等不利產業競爭的瓶頸，智慧農業綱要計



註4：請詳參〈技術準備度在農業科技管理之應用〉，《農政與農情》107年9月號。



表1.「農糧領域」產業效益量化達成值

構面	指標項目			「農糧領域」產業效益量化達成值						
				106 年	107 年	108 年	109 年	走勢	106～109 年合計	106～109 年平均
產業經濟	研發技術移轉	技術移轉	研發技術移轉(件)	3	6	5	6		20	5
			研發技術移轉授權金及衍生利益金(百萬元)	0.30	4.42	3.30	0.89		8.91	2.23
		可移轉產業技術／品種／系／省工機具(件)		2	1	0	2		5	1
	示範場域建置及服務	示範場域建置(項)		16	12	18	7		53	13
		示範場域測試(件)		60	101	229	105		495	124
		示範場域服務提供	示範場域服務件數(件)	54	69	493	98		714	179
			示範場域服務家數(家)	14	16	45	40		115	29
			示範場域服務人次(人次)	126	182	290	173		771	193
			示範場域服務時數(時數)	358	241	339	290		1,227	307
	促成投資	促成研發投資(件)		1	1	1	0		3	1
		促成研發投資(百萬元)		0.50	1.00	2.00	0.00		3.50	0.88
		促成生產投資(件)		2	8	10	4		24	6
		促成生產投資(百萬元)		51.70	222.34	373.22	155.95		803.21	200.80
		促成新創事業投資(件)		0	1	1	1		3	1
		促成新創事業投資(百萬元)		0	17.78	100.00	0.10		118	29.47
	創新產業或模式建立	建立產業發展之環境或體系(項)		2	4	2	2		10	3
		建立營運模式(件)		2	2	1	3		8	2
		促成企業聯盟(個)		1	1	1	2		5	1
政策社會	提升產業環境	改良／新技術對產業影響——增加產值(百萬元)		0.83	100.49	101.11	63.31		266	66.43
		降低成本(包含省工)(百萬元)		10.00	49.59	22.11	65.37		147.07	36.77
	提升社會福祉	增加農民收益——契作收購金額(百萬元)		0.08	2.80	8.00	11.94		22.82	5.70
		增加農業就業(人)		14	15	39	16		84	21
		增加其他就業(人)		1	2	8	3		14	4
	提升能資源利用率助益永續發展	提升能資源效率(%)		63	104	124	37		327	81.69
		節約能資源量(%)		0	0	42	128		170	42.49

資料來源：106~109年度智慧農業綱要計畫期末報告書。

畫挹注各領航產業投入智慧化研發。綜整而言，農糧領域在技術移轉、技術授權金及衍生利益金、示範場域建置與測試服務方面皆累積相當的成果（表1）。隨著研發技術的擴散應用，每年皆創造出可促成研發、生產、新創事業等不同類型的投資成效，其中108年更因蘭花、菇類、種苗、稻作及外銷主力作物等領航產業促成業界建立新廠、生產設施及設備升級，且以超過3.73億元投資金額創下歷年新高。以菇類領航產業之智慧化生產為例，⁵其促成業者投入資源引進自動化設備、建置智慧化生產模組，透過科學管理進行有效的生產與營運，除了改善菇類生產缺工的問題外，更大幅降低成本、提高生產效能，促進菇類生產的轉型，帶動整體競爭優勢；此外，農糧領域更因技術的創新改良而平均年增加逾6千萬元產值、降低生產成本逾3千萬元，助益農民契作收購金額的逐年成長，並也因減少二氧化碳排放量而節約能資源量達4成以上。

二、從漁業領域所涵蓋的養殖漁、海洋漁等領航產業的社經效益觀

察，鑑於近年水產養殖業面臨環境變化、氣候災害、疾病等風險之頻繁影響，以及為減少海洋漁產業漁撈成本、改善人力不足、漁具耗能等課題，智慧農業綱要計畫挹注各領航產業投入自動化與系統性研發。綜整而言，漁業領域在研發技術移轉、創新產業發展模式建立的成效為基礎下，自107年起開始展現研發投資的成效（表2），其中海洋漁產業協助業者投資生產LED集漁燈具智慧技術，而促成109年超過4,290萬元的投資金額；而另以養殖漁領航產業發展智慧化箱網養殖生產管理系統為例，⁶其藉由ICT的加值與輔助，建立標準化的作業流程，透過養殖溯源的創新應用服務功能，完成自動監控及漁獲回溯系統而節省人力、降低飼料成本等產業效益，亦創造平均年提升能資源效率及節約能資源量達1成以上之正面效益。

三、從畜牧領域所涵蓋的家禽、家畜等領航產業的社經效益觀察，為解決畜禽產業從業年齡老化、勞動力不足與畜產資訊收集不易等問題，以



註5：請詳參本期〈智慧菇類生產，拓展農糧產業〉一文。

註6：請詳參本期〈智慧水產養殖，物聯網拚節能〉一文。

表2.「漁業領域」產業效益量化達成值

構面	指標項目			「漁業領域」產業效益量化達成值						
				106年	107年	108年	109年	走勢	106～109年合計	106～109年平均
產業經濟	研發技術移轉	技術移轉	研發技術移轉(件)	1	6	5	4		16	4
			研發技術移轉授權金及衍生利益金(百萬元)	1.40	1.86	1.38	1.20		5.84	1.46
	示範場域建置及服務	示範場域建置	示範場域建置(項)	6	3	9	7		25	6
		示範場域測試	示範場域測試(件)	10	6	92	10		118	30
		示範場域服務提供	示範場域服務件數(件)	1	4	8	37		50	13
			示範場域服務家數(家)	1	0	8	5		14	4
			示範場域服務人次(人次)	20	260	255	13		548	137
			示範場域服務時數(時數)	2	6	653	37		698	175
	促成投資	促成研發投資(件)		0	2	5	0		7	2
		促成研發投資(百萬元)		0	13.00	12.10	0		25.10	6.28
		促成生產投資(件)		0	0	0	2		2	1
		促成生產投資(百萬元)		0	0	0	42.90		42.90	10.73
	創新產業或模式建立	建立產業發展之環境或體系(項)		0	0	3	1		4	1
政策社會	提升產業環境	降低成本(包含省工)(百萬元)		0	3.21	2.45	0.75		6.41	1.60
	提升社會福祉	增加農業就業(人)		0	5	0	0		5	1
		增加其他就業(人)		0	3	4	2		9	2
	提升能資源利用率助益永續發展	提升能資源效率(%)		35	23.12	1	0		59.12	14.78
		節約能資源量(%)		0	0	25	26.95		51.95	12.99

資料來源：106~109年度智慧農業綱要計畫期末報告書。



表3.「畜牧領域」產業效益量化達成值

構面	指標項目			「畜牧領域」產業效益量化達成值						
				106年	107年	108年	109年	走勢	106~109年合計	106~109年平均
產業經濟	研發技術移轉	技術移轉	研發技術移轉(件)	0	4	3	2		9	2
			研發技術移轉授權金及衍生利益金(百萬元)	0.00	0.50	0.68	0.22		1.40	0.35
			可移轉產業技術/品種/系/省工機具(件)	2	3	1	0		6	2
	示範場域建置及服務	示範場域建置	示範場域建置(項)	10	6	5	6		27	7
		示範場域測試	示範場域測試(件)	10	8	5	35		58	15
		示範場域服務提供	示範場域服務件數(件)	5	6	5	13		29	7
			示範場域服務家數(家)	0	6	5	5		16	4
			示範場域服務人次(人次)	0	13	8	22		43	11
			示範場域服務時數(時數)	0	118	160	128		406	102
	促成投資		促成研發投資(件)	0	1	1	0		2	1
			促成研發投資(百萬元)	0	3.00	3.06	0		6.06	1.52
			促成生產投資(件)	5	3	3	7		18	5
			促成生產投資(百萬元)	34.00	6.00	50.60	237.80		328.40	82.10
	創新產業或模式建立		建立產業發展之環境或體系(項)	1	2	1	0		4	1
			建立營運模式(件)	2	1	0	1		4	1
			促成企業聯盟(個)	0	1	1	0		2	1
政策社會	提升產業環境		改良/新技術對產業影響——增加產值(百萬元)	38.10	295.20	131.95	72.50		537.75	134.44
			降低成本(包含省工)(百萬元)	25.74	20.09	23.43	20.04		89.30	22.33
	提升社會福祉		增加農民收益——契作收購金額(百萬元)	8.60	0	5.52	6.74		20.86	5.21
			增加農業就業(人)	0	10	11	0		21	5
			增加其他就業(人)	3	0	0	14		17	4
	提升能資源利用率助益永續發展		提升能資源效率(%)	0	73	0	0		73	18.25
			節約能資源量(%)	0	0	51	51		102	25.50

資料來源：106~109年度智慧農業綱要計畫期末報告書。

及為突破乳牛產業勞動力不足與全國養牛使用水量及電力資訊無法有效整合運用之情形，智慧農業綱要計畫挹注於透過示範場域導入智慧化研發及數位化服務。綜整而言，畜牧領域之產業化效益（表3），主要彰顯於促成研發投資、促成生產投資、建立創新產業發展及營運模式，每年皆可創造後兩者產業效益，且平均一年可促成5件及8,210萬元規模的生產投資。以生乳產業智慧化生產為例，⁷運用擠乳、餵養、整潔、健康到分娩等5大動線機器人的進駐，替代勞動人力，進而因技術的創新改良而創造平均年增加1.34億元產值、降低生產成本2,233萬元，並提升約2成的能資源效率及節約能資源量等效益。

過去，務農要靠天吃飯；現在，藉助智慧科技的導入，協助農民生產數位化，並藉由多樣的監測管理與分析，提供精準施肥與施藥，以有效率利用資材、兼顧農產品質及環境友善；且面對氣候多變可提前建立防範機制，而降低損失與風險。以更貼近產業價值而言，智慧農業之推動促進了農民在農業經營觀念轉變，除了讓農民漸能接受新科技的應用與輔助，也帶動農民願意投入智慧化與促進產業升級轉型，實踐智慧農業效率、安全、低風險的願景。

肆、結語

自106年起智慧農業綱要計畫推動迄今，透過於智慧農業於農業產業鏈不同環節之導入，朝智慧化發展的技術落地應用已顯現出成效。不僅藉由開發省工省時機具、建構遠端監控與專家系統等創新成果而增進農業科技優勢，亦透過示範場域驗證及輔導農民與業者導入智慧化技術、系統或產品，及促進農企業創新發展、加值農務永續經營、催生農事服務新創等方面，發揮多元的產業效益。著眼未來智慧農業發展方向，除了奠基於第一期良好成果於未來應用商轉以完成落地應用最後一哩路，並將強調導入新興科技的同時，亦須重視市場消費端的需求，以展現農業產銷價值鏈之應用效益與附加價值。

因此，邁向智慧農業下一步，為更精進發揮智慧農業朝生產智動化及產銷數位化的成效，期許未來將聚焦「如何精準有效融合多種務農知識及技術進行研發應用」、「如何藉由省工與省力之科技產品協作補強勞動力缺口」、「如何透過生態圈及農事服務機制促進成果的普及應用」等課題，從中擘劃智慧農業在人機輔具開發、農業專家系統建置、數位服務應用、農務營運支援等不同技術範疇的整合應用或科技創新重點，俾益未來智慧農業的推展，達到產銷鏈資訊共享、智慧化價值提升之策略目標。

註7：請詳參本期〈智慧生乳產業，機器人好幫手〉一文。